

## ゴマ豆腐のテクスチャーに影響する材料の配合割合と官能検査

佐藤恵美子\*・井藤龍平\*\*・山野善正\*\*\*

Effects of Ingredient Ratio on Sensory Evaluation and Texture of *Gomatofu*

Emiko SATO\*, Ryuhei ITO\*\* and Yoshimasa YAMANO\*\*\*

\* Niigata Women's College, 471 Ebigase Niigata-shi, Niigata 950-8680

\*\* Kadoya Oil Co., 6188, Tonosho-cho, Kagawa 761-4100

\*\*\* Department of Biochemistry and Food Science, Kagawa University,  
2393, Ikenobe, Miki-cho, Kagawa 761-0795

The effects of the ingredient ratio of *kudzu* starch and sesame on the texture of *gomatofu* (sesame tofu) were studied by the compression test using a rheometer and by sensory tests. The structure of *gomatofu* was observed with a scanning electron microscope (SEM). *Gomatofu* was prepared at a mixing rate of 250 rpm for 25 min. As a result of the texture measurement, the more both the *kudzu* starch and sesame contents increased, the more hardness, adhesiveness and gumminess increased. Cohesiveness increased with an increase in the *kudzu* starch content, but decreased with increasing the sesame content. SEM observation revealed that the larger amounts of sesame contained in the *kudzu* starch gel, the finer fibrous structure was formed. It was found that *gomatofu* prepared at a ratio 1:1~1.5:10~11 by weight of *kudzu* starch, sesame and water was palatable in softness, mouthfeel and springiness by the sensory test. A high correlation coefficient ( $r=0.94$ ,  $p<0.001$ ) was obtained between hardness by the texture measurement and hardness by the sensory score when the amounts of both *kudzu* starch and sesame were increased. A high correlation coefficient was also obtained between hardness and mouthfeel ( $r=-0.96$ ,  $p<0.001$ ) by the sensory score at a larger amount of *kudzu* starch content, but a high negative correlation coefficient ( $r=-0.91$ ,  $p<0.001$ ) was obtained between cohesiveness and hardness by the sensory score when the sesame amount was increased.

(Received Aug. 26, 1998 ; Accepted, Jan. 14, 1999)

ゴマ豆腐のおいしさには、ゴマの独特の旨味、香りとともに、力学的性質を表すテクスチャーが大切な要因としてあげられ、さらに主原料となる本葛澱粉、ゴマの配合割合がテクスチャーに大きく影響する。筆者らは、すでに調製条件について、貫入法によるテクスチャーを測定<sup>1)</sup>、ゴマの添加量がゴマ豆腐の粘弾性に及ぼす影響について報告<sup>2)</sup>した。さらに、好ましいゴマ豆腐の調製条件を検討するために、圧縮法によるテクスチャー測定と官能検査との相関性について検討した<sup>3)</sup>。本実験においては、ゴマ豆腐のテクスチャーに及ぼす本葛澱粉やゴ

マの配合割合の影響について検討した結果、圧縮法によるテクスチャー測定値と官能検査のパラメータとの間に相関性が認められ、若干の知見が得られたので報告する。

## 実 験 方 法

## 1. 材料の配合割合及び調製方法

本実験に用いた試料は、吉野の本葛澱粉(極上品「古稀」平成8年製井上天極堂)と皮むきタイプの白ゴマ(中国産平成8年製かどや製油株式会社)で、煎らないで

\* 県立新潟女子短期大学生活科学科 (〒950-8680 新潟市海老ヶ瀬 471)

\*\* かどや製油株式会社 (〒761-4100 香川県小豆郡土庄町甲 6188)

\*\*\* 香川大学農学部 (〒761-0795 香川県木田郡三木町池戸 2393)

用いた。ゴマの性状は前報<sup>3)</sup>と同様である。

配合割合は、(1) 本葛澱粉の添加量の影響では、ゴマの量 40 g に対して、本葛澱粉を 30, 40, 50, 60 g とした。また、(2) ゴマの添加量の影響では、本葛澱粉 40 g に対して、ゴマの量を 0, 20, 40, 60, 80 g と増加させ、(1), (2) の試料すべてに対して加水量は一定 (450 g) にした。前報<sup>2)</sup>と同様に、添加量の異なる皮むきタイプの白ゴマを水約 150 ml とともに約 1 分間ミキサー (日立 VA-950) にて攪拌した後、水でゴマを洗い流し、さらに 2 分間ミキサーにかけ 50 メッシュのフルイを通し、残りの水約 300 ml でゴマ残渣を洗い、3 kg の重石を 15 分間篩いの上に乗せて圧搾してゴマ乳を調製した。ゴマ添加量が多くなるとゴマ残渣に水分が吸収されるので、すべての試料のゴマ乳は一定 (435 ml) になるように水分を補給して調製した。このゴマ乳と本葛澱粉を混合した懸濁液が入っているミルクパンを 450 W の電熱器 (日立熱器具株式会社) 上に、攪拌機 (DC-3 RT 東京理化株式会社) により加熱攪拌した。攪拌翼は、直径 13 cm × 厚さ 1 cm の底が平らなプロペラ状で、均一に攪拌できるようミルクパンの大きさに合わせたものを用いた。また調製条件は前報<sup>1)</sup>の組織観察、及び嗜好性<sup>3)</sup>の点から、良好であると結論できた攪拌速度 250 rpm、加熱時間 25 分で調製した。テクスチャー測定用のサンプルは、直径 20 mm、高さ 20 mm のガラスリングケース (円柱型) に入れ、室温 (約 20°C) にまで放冷し、20°C の恒温器に入れ調製 15 時間後に測定した。

## 2. テクスチャー測定

クリープメーター (レオナー RE-3305 山電製) を使用した。測定には、直径 30 mm の円柱型のプランジャーを用いて、クリアランス 12 mm (40% 圧縮)、感度電圧 1 V、試料台上昇スピード 1 mm/sec、記録計の感度電圧 1 V、スピード 240 mm/min の条件で圧縮試験により測定した。前報<sup>3)</sup>と同様にして硬さ、凝集性、付着性、ガム性を求め、同一試料の測定値 ( $n=9$ ) についてスミルノフの棄却検定<sup>4)</sup>を用い飛び離れた値  $x_n$  について、 $T_n = (x_n - \bar{x}) / s$  により  $T_n$  を求め、 $T_n$  が有意水準 ( $\alpha$ ) 0.01 の  $T_{n\alpha}$  値よりも大であるとき  $x_n$  を棄却した。その結果、 $n=6$  のときの平均値 ( $\bar{x}$ ) と標準偏差 ( $\sigma$ ) から変動係数 (CV) を次式より算出した。

$$CV(\%) = \sigma / \bar{x} \times 100$$

## 3. 走査型電子顕微鏡による組織の観察

前報<sup>3)</sup>と同様に、試料の切断面をグルタルアルデヒドとオスミウム酸で化学固定し脱水後、臨界点乾燥した試料について、走査型電子顕微鏡 (SEM 日立製作所 S-

800) を用いて、10 000 倍で観察した。

## 4. 官能検査

前報<sup>3)</sup>と同様に硬さ、弾力、粘り、口ざわり、総合的な好ましさについて、確実性を得るために順位法、評点法<sup>5)</sup>の二つの方法により、専攻科食物栄養専攻生および教員 12 名のパネルにより官能検査を行った。硬さはサンプルを上顎と舌で押しつぶすのに必要な力、弾力は押しした後にもとの状態に戻ろうとする力、粘りは上顎及び舌へのべとつき、口ざわりはなめらかさの程度を示し、総合的な好ましさは、全体としておいしいゴマ豆腐の程度を示す。順位法では、各特性の大きいもの、良いものから、1, 2, 3, 4 (ゴマの添加量の影響の場合は 5 まで) の順位をつけ KRAMER の有意差検定法を用いた。またパネルの判断の一致性をみるために KENDALL の一致性の係数 ( $w$ )<sup>6)</sup> を求め、同順位がないことを想定して次式により算出した。

$w = 12s / n^3 (m - n)$ 、ただし、 $s = \sum (T_i - \bar{T})^2$ 、 $m$ : 判定数 (4 または 5)、 $n=12$  であるので、 $\chi^2 = m (n-1) W$  により  $\chi^2$  検定を行い有意差を検討した。

評点法<sup>5)</sup>では、4 (5) 段階評価により、評価の低いものから順に 1, 2, 3, 4 (ゴマの添加量の影響の場合は 5) の評点を用いて検査した。各々の試料についてのプロフィールは、パネルが硬さ、弾力性、口ざわり、粘り、総合的な好ましさの項目について官能検査用紙に記入した。

テクスチャーパラメーターと官能検査結果の相関性を検討するために、直線回帰式を求め、相関係数表より危険率  $p$  を求めた。

## 結 果

### 1. テクスチャー測定

テクスチャー測定した 6 個の平均値 ( $\bar{x}$ )、標準偏 ( $\sigma$ ) および変動係数 (CV) を Table 1 に示し、図を Fig. 1 に示した。Table 1 より、(1) 本葛澱粉の添加量 (●) の影響では、各々の変動係数の平均は硬さ 4.4%、凝集性 0.9%、付着性 6.1%、ガム性 3.4% であり、付着性の変動係数が最も大であった。硬さ、ガム性、凝集性、および付着性は、本葛澱粉の添加量が 30~60 g と多くなるに従って、増大した。(2) ゴマの添加量 (○) の影響については、各々の変動係数の平均は、硬さ 2.9%、凝集性 0.87%、ガム性 2.9%、付着性 6.06% であった。ゴマの添加量の増加に伴い硬さ、ガム性および付着性は増大したが、凝集性は減少した。これらの結果から、本葛澱粉量の増加は硬さ、ガム性、凝集性、および付着性のすべて

Table 1 Coefficients of variance for the texture parameter of *gomatofu*  
(1) Effect of *kudzu* starch amount

Kudzu starch amount (g)	Hardness ( $\times 10^4$ N/m <sup>2</sup> )		Cohesiveness	
	Mean ( $\bar{x}$ ) ( $\sigma$ )	CV	Mean ( $\bar{x}$ ) ( $\sigma$ )	CV
30 g	3.32 $\pm$ 0.12	3.60	0.803 $\pm$ 0.007	0.92
40	4.33 $\pm$ 0.22	5.08	0.806 $\pm$ 0.009	1.12
50	5.06 $\pm$ 0.25	4.90	0.822 $\pm$ 0.006	0.73
60	6.06 $\pm$ 0.26	4.20	0.838 $\pm$ 0.068	0.81
Kudzu starch amount (g)	Adhesiveness ( $\times 10^3$ N/m <sup>2</sup> )		Gumminess ( $\times 10^4$ N/m <sup>2</sup> )	
	Mean ( $\bar{x}$ ) ( $\sigma$ )	CV	Mean ( $\bar{x}$ ) ( $\sigma$ )	CV
30 g	8.88 $\pm$ 0.68	7.60	2.68 $\pm$ 0.10	3.73
40	9.87 $\pm$ 0.56	5.70	3.53 $\pm$ 0.10	3.12
50	10.48 $\pm$ 0.68	6.50	4.21 $\pm$ 0.20	4.75
60	11.95 $\pm$ 0.53	4.40	5.19 $\pm$ 0.10	1.93

(2) Effect of sesame amount

Sesame amount (g)	Hardness ( $\times 10^4$ N/m <sup>2</sup> )		Cohesiveness	
	Mean ( $\bar{x}$ ) ( $\sigma$ )	CV	Mean ( $\bar{x}$ ) ( $\sigma$ )	CV
0 g	3.72 $\pm$ 0.06	1.60	0.863 $\pm$ 0.008	0.93
20	3.78 $\pm$ 0.05	1.30	0.830 $\pm$ 0.006	0.72
40	4.06 $\pm$ 0.15	3.70	0.800 $\pm$ 0.008	1.00
60	4.33 $\pm$ 0.17	3.90	0.780 $\pm$ 0.010	0.78
80	4.63 $\pm$ 0.18	3.90	0.766 $\pm$ 0.007	0.91
Sesame amount (g)	Adhesiveness ( $\times 10^3$ N/m <sup>2</sup> )		Gumminess ( $\times 10^4$ N/m <sup>2</sup> )	
	Mean ( $\bar{x}$ ) ( $\sigma$ )	CV	Mean ( $\bar{x}$ ) ( $\sigma$ )	CV
0 g	8.50 $\pm$ 0.59	6.90	3.03 $\pm$ 0.14	4.62
20	9.28 $\pm$ 0.53	5.70	3.26 $\pm$ 0.06	1.84
40	9.75 $\pm$ 0.53	5.40	3.41 $\pm$ 0.09	2.64
60	10.35 $\pm$ 0.51	4.90	3.56 $\pm$ 0.03	0.84
80	10.75 $\pm$ 1.12	7.40	4.02 $\pm$ 0.10	2.49

CV : Coefficient of variance, CV (%) =  $\sigma/\bar{x} \times 100$

のパラメーターをを增大させ、ゴマ量の増加は硬さ、ガム性、および付着性を増大させるが、凝集性を減少させることが判明した。

## 2. 走査型電子顕微鏡による観察

Fig. 2 に (1) 葛澱粉ゲル (葛澱粉 40 g, ゴマ 0 g, 加水量 450 g), (2) ゴマ豆腐 (葛澱粉 40 g, ゴマ 40 g, 加水量 450 g), (3) ゴマ豆腐 (葛澱粉 40 g, ゴマ 80 g, 加水量 450 g) の三つの試料を臨界点乾燥法<sup>3)</sup>により処理し、10 000 倍で撮影した写真を示した。前報<sup>2)</sup>と同様に

(1) の葛澱粉ゲルでは太い樹枝状の構造が観察された。一方、(1), (3) のゴマ豆腐ではゴマの添加量が 40 g, 80 g と増大するに従って、ゴマ由来の脂肪球を覆っている繊維状の微細構造がより細く、綿状に短くなっているのが観察された。本実験で調製されたゴマ豆腐にはゴマの主要成分である脂質が 16.5%, 蛋白質が 5.7% 含有している<sup>1)</sup>ことから、おそらくこれらの成分が微細構造の形成になんらかの影響を及ぼしているものと推察される。

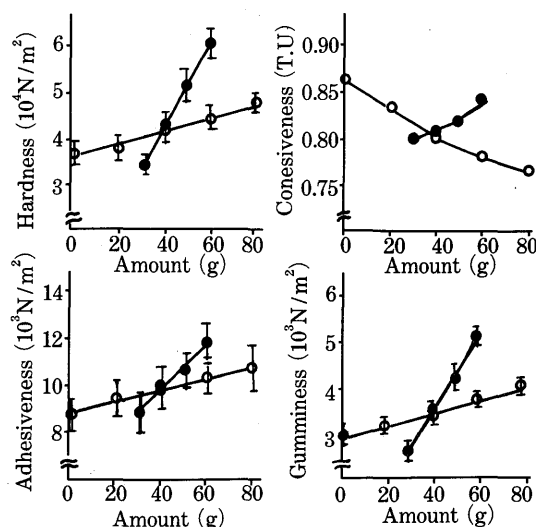


Fig. 1 Changes in the texture of *gomatofu* prepared with various amounts of sesame and *kudzu* starch at 250 rpm for 25 min

●—●: Effect of *kudzu* starch amount (30 g~60 g) on the texture of *gomatofu* in the presence of sesame.

○—○: Effect of sesame amount (0 g~80 g) on the texture of *gomatofu* in the presence of 40 g of *kudzu* starch. Measurement was triplicated. Means and SD are indicated.

### 3. 官能検査

#### (1) 順位法における KRAMER の有意差検定

Table 2-(1) の本葛澱粉の添加量の影響では、本葛澱粉 30 g の試料で硬さは最も軟らかく、60 g の試料で最も硬く、本葛澱粉の添加量の増大とともに硬くなった。弾力は葛澱粉が 50 g の試料で最も高いと評価された。口ざわりは、30 g の試料が最も高く、60 g の試料が最も低いことから、本葛澱粉濃度の低い方が口ざわりがよく、なめらかであると評価された。粘りは 40 g 添加で最も低い、50 g、60 g と増大するに従って高く評価された。総合的な好ましさは、葛澱粉 50 g の試料が危険率 5% で有意であり、適度な軟らかさと弾力があるとして最も高く評価された。KENDALL の一致性の係数は、本葛澱粉量の影響では硬さ、口ざわりにおいて、危険率 0.1% で有意差が認められたことより、パネルの判断の一致性が大きいことが判明した。

Table 2-(2) のゴマの添加量の影響では、硬さの順位は 0 g (葛澱粉ゲル) の試料が最も低く、80 g の試料が最も高いことから、ゴマ添加量の増大に伴って硬くなることを示している。弾力はゴマ 0 g (葛澱粉ゲル) の試料が最も高く、80 g の試料で最も低いことから、硬さとは逆の結果となった。すなわち、ゴマ添加量の増加は硬さを増大させ、弾力を減少させることがわかった。口ざわりと粘りの項目には有意差は認められないが、口ざわりはゴマの添加量が 40 g の試料で最も高い順位を示した。総合的な好ましさでは、ゴマ 40 g と 60 g の試料に、危険率 1.0% で有意差が認められ、ほぼ同程度に高く評価された。ゴマ添加量が 0 g の試料が危険率 0.1% で有意に好まれなかったのは、ゴマが無添加であるためゴマ豆腐とは考えられないためと推察される。

KENDALL の一致性の係数の結果は、本葛澱粉の添加量の影響で、硬さ、口ざわりにおいて、危険率 0.1% の有意差が認められた。ゴマの添加量の影響では、硬さにおいて危険率 0.1%、弾力、総合的な好ましさでは危険率 1% で有意性が認められ、判断の一致性の高いデータであることを示している。

#### (2) 評点法による官能検査結果

評点の合計値を (1) 葛澱粉添加量の影響、(2) ゴマ添加量の影響とし、Fig. 3 に示した。(1) における硬さは本葛澱粉の添加量の増加に従って硬くなり、粘りは 40 g 添加で、また口ざわりは 30~40 g 添加の試料で高い評点を示した。弾力は本葛澱粉が 50 g の試料で最大となり、60 g で減少した。すなわち、粘り、口ざわりは 30 g~40 g において、弾力、総合的な好ましさは、本葛澱粉が 50 g の試料で最も高く評価された。また、ゴマ添加量の増加にともなって硬さと粘りは増大し、弾力は低下した。口ざわりはゴマ添加量が 40 g の時に高い評点を示し、総合的な好ましさは、ゴマ 40~60 g の間で最も高く評価された。

#### (3) 官能検査のプロフィール

プロフィールについて以下にまとめると、「本葛澱粉の添加量が少ないほど水っぽく、軟らかく、形が不安定となるが、添加量が多くなると硬くなり、べとつき感が減少して口ざわりも良くない。また、ゴマの添加量が少ない程、比較的軟らかく、弾力があるが、添加量が多くなるに従って、ゴマの味が濃厚になり、弾力がなくべとつき感があり、もったりとした食感になる」となる。ゴマの添加量は多すぎても少なすぎてもよくない結果となった。これらのプロフィールは Fig. 3 に示した評点法の結果を裏付けることになり、ゴマ 40~60 g (本葛澱粉が 40 g

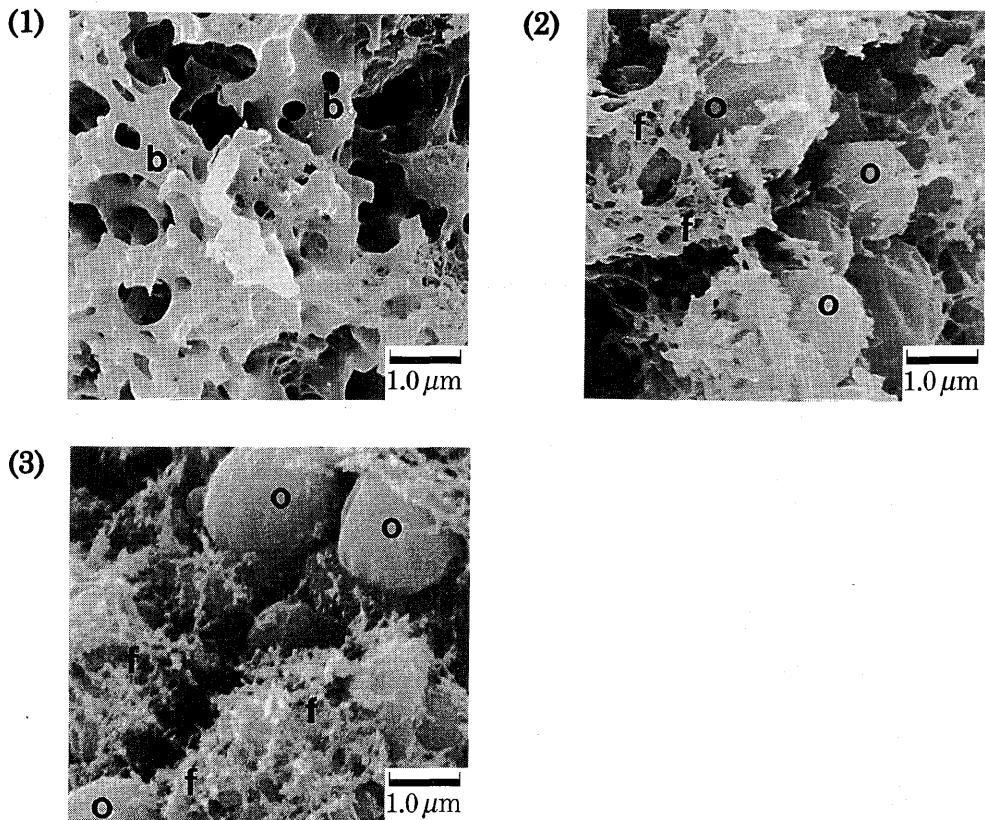


Fig. 2 SEM photographs obtained by fixing *kudzu* starch gel and *gomatofu* with glutaraldehyde and osmium acid

(1) *Kudzu* starch gel (*kudzu* starch 40 g, sesame 0 g, water 450 g) ( $\times 10\,000$ )

(2) *Gomatofu* (*kudzu* starch 40 g, sesame 40 g, water 450 g) ( $\times 10\,000$ )

(3) *Gomatofu* (*kudzu* starch 40 g, sesame 80 g, water 450 g) ( $\times 10\,000$ )

**b** shows branched net work structure, **o** shows globular sesame oils, and **f** shows fibrous microstructure.

の場合) および本葛澱粉が 50 g (ゴマ 40 g の場合) の試料が最も好まれた。すなわち、本葛澱粉 40~50 g, (1) ゴマ 40~60 g (葛澱粉の 1~1.5 倍), 加水量 400~450 g (葛澱粉の約 10~11 倍) の割合で嗜好的に高く評価された。

### 3. テクスチャーと官能検査の各パラメーター間の相関性

テクスチャー測定値と官能検査の評点との相関性を求め、結果を Fig. 4 に示した。左側に (1) 本葛澱粉の添加量の影響、右側に (2) ゴマの添加量の影響について示した。テクスチャーの硬さと官能検査の硬さの関係では、

本葛澱粉の影響の場合は  $r=0.94$  ( $p<0.001$ )、ゴマの添加量の影響については  $r=0.92$  ( $p<0.001$ ) と両方共に高い相関係数が認められた。付着性と官能検査の粘りについては硬さほど高い相関性は認められないが、本葛澱粉量の影響は負の相関性 ( $r=-0.55$ ,  $p<0.001$ )、ゴマ量の影響では正の相関性 ( $r=0.79$ ,  $p<0.001$ ) が得られた。すなわち、本葛澱粉の添加量が多くなるに従って、付着性は増大するが、官能検査の粘りは低下する傾向にあり、またゴマの添加量が多くなるに従って、付着性は増大し、官能検査の粘りも増加することを示している。

本葛澱粉量の影響の場合、テクスチャー測定の硬さと

Table 2 Sensory evaluation of *gomatofu* expressed by Kramer's ranking methods and Kendall's coefficient of concordance(1) Effect of *kudzu* starch amounts on the texture of *gomatofu* (in the presence of 40 g of sesame) n=12 (1, 2, 3, 4)

<i>Kudzu</i> starch amount	Hardness (score)	Springiness	Mouthfeel	Viscosity	Total acceptance
30 g	47**	33	20	23	38
40	37	28	24	22	27
50	24	26	31	36	23*
60	12**	29	45**	39	32
Coefficient <sup>a)</sup>	34.90***	1.50	18.10***	9.50*	6.30*

(2) Effect of sesame amounts on the texture of *gomatofu* (in the presence of 40 g of *kudzu* starch) n=12 (1, 2, 3, 4, 5)

Sesame amount	Hardness (score)	Springiness	Mouthfeel	Viscosity	Total acceptance
0 g	52**	23*	40	48	59**
20	44	28	29	41	44
40	36	36	27	33	21**
60	27	40	36	27	22**
80	21**	53**	48	31	34
Coefficient <sup>a)</sup>	20.87***	17.93**	9.67*	9.47*	33.93**

\*\*\*  $p \leq 0.001$ , \*\*  $p \leq 0.01$ , \*  $p \leq 0.05$ <sup>a)</sup> : Kendall's coefficient of concordance

官能検査の口ざわりにおいて、高い負の相関 ( $r = -0.96$ ,  $p < 0.001$ ) が得られ、硬さが低い (軟らかくなる) と、口ざわりがよくなるという結果になり、いわゆる「のどごし感」は本葛澱粉の添加量が少ない場合に感じられるものと考えられる。

ゴマ添加量の影響の場合は凝集性と官能検査の硬さに高い負の相関性 ( $r = -0.91$ ,  $p < 0.001$ ) が認められ、ゴマの添加量が多くなるに従って、凝集性は低くなるが、ゴマの量が多いために硬く感じ「もったりとした食感」を示すと考えられる。

## 考 察

前報<sup>1)</sup>において、ゴマ豆腐は葛澱粉を主体とする多糖ゲル的一种であり、葛澱粉とゴマの蛋白、脂質などの成分が主体となる相分離モデルであると推察された。本葛澱粉の添加量の増加にともなうゴマ豆腐中の澱粉分子間の水素結合は多く存在することになり、加水量は一定であるので、澱粉粒の膨潤により空隙が少なくなると考えられる。そのため最密充填に近い構造となり、活性化

エネルギー<sup>7)</sup>が高くなると考えられ、テクスチャーの測定結果では硬さが増大した。またゴマの成分は、澱粉ゲルの分子間の結合を補強し保形性を安定させる<sup>2)</sup>が、ゴマの添加量が増大すると弾性率は高くなる。ゴマ乳は肉眼では均一な乳濁液であるが、50 メッシュのフルイを通ったゴマの微粒子が増大するに従って空隙を満たすことにより、葛澱粉ゲルが補強され硬くなったと考えられる。

さらに、前報<sup>3)</sup>のゴマ豆腐の官能検査の結果から、口ざわりがゴマ豆腐のおいしさを評価するのに重要なパラメーターであることが判明した。本報告では、本葛澱粉添加量は 30, 40, 50, 60 g の順に口ざわりが高く評価され、KENDALL の一貫性の検定において、危険率 0.1% で有意に差が認められた。本葛澱粉の添加量は硬さと口ざわりに負の高い相関性を示したことは、本葛澱粉の添加量の少ない (30 g) ゴマ豆腐が軟らかく、なめらかで口ざわりが良く、本葛澱粉の添加量が増大すると、口ざわりが良くないことを意味している。中濱ら<sup>8)</sup>も澱粉ゲルの濃度が高くなると澱粉粒の最大膨潤の段階でゼリー強

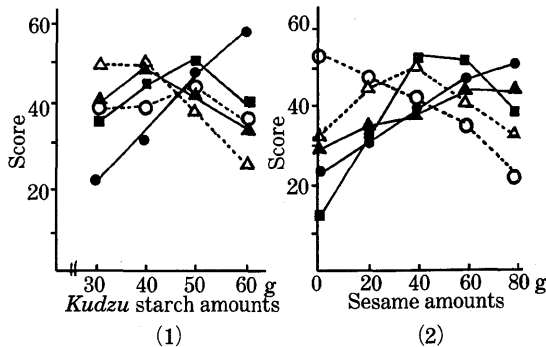


Fig. 3 Sensory evaluation by the scoring method for *gomatofu* prepared with various amounts of *kudzu* starch and sesame

- (1) Effect of *kudzu* starch amount (30 g~60 g) on the texture of *gomatofu* in the presence of 40 g of sesame.  
 (2) Effect of sesame amount (0 g~80 g) on the texture of *gomatofu* in the presence of 40 g of *kudzu* starch.

●—● : Hardness ○—○ : Springiness △—△ : Mouthfeel ▲—▲ : Viscosity ■—■ : Total acceptance

度が最大となり、可食ゲル調製温度よりも低くなるため、口ざわりの点で問題があるとしている。おそらく本葛澱粉の添加量が増加すると、糊化不十分な粗粒が残存粒として残り、団粒構造<sup>9)</sup>を形成するために口ざわりに影響すると考えられる。

一方、ゴマの添加量が増大すると、口ざわりはゴマの添加量が40, 60, 20, 0, 80 gの順に好まれ、ゴマの添加量は40 g~60 gが好ましいと評価された。本実験では、ゴマを摩砕後50メッシュのフルイを通過してゴマ乳が得られるので、ゴマの粒子が均一であるため「ざらつき感」はほとんどなく口ざわりはなめらかであった。微結晶セルロースによるモデル分散系でも「ざらつき感」には分散相の粒子の大きさや濃度が影響すると報告<sup>10)</sup>されているので、ゴマ豆腐に摺りゴマ、練りゴマを用いる場合はゴマ粒子の大きさ、添加量の点からの検討が必要であると考えられる。さらに、HALMOS<sup>11)</sup>は、mouthfeelについてmilkの感覚特性と脂質含量との関係について指摘していることから、ゴマ豆腐の場合もゴマ乳中の脂質含量と官能検査との関連について興味深く、今後の課題である。

また、凝集性と官能検査の硬さの関係に負の相関が認

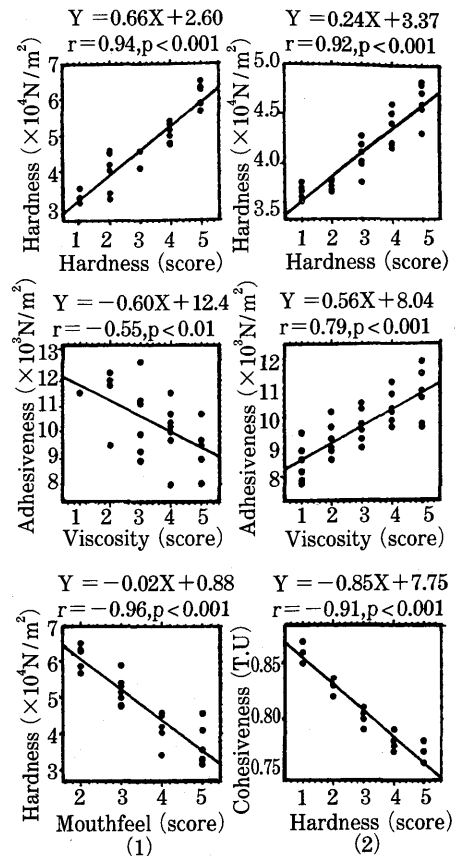


Fig. 4 Correlations between texture parameters and sensory evaluation

- (1) Effect of *kudzu* starch amount.  
 (2) Effect of sesame amount.

められ、ゴマの添加量が増加すると硬く感じるが、内部結合力が小さいもったりとした食感になることを意味している。赤羽<sup>12)</sup>は嚥下障害者のための介護食のテクスチャーにおいて、凝集性と硬さ(評点)には負の相関が認められ、硬いものほど凝集性が低いとしていることから、凝集性は食物の組織とのかかわりがあり、硬いゲル状食物であっても口の中に入れた時は崩れやすいと考えられる。総合的な好ましさでは、なめらかで、口ざわりのよいことが大切であり、葛澱粉が少なく(30 g~40 g)、ゴマの添加量の多い(60 g~80 g)ゴマ豆腐が栄養的にも優れ、健康的な食物といえる。

## 要 約

「煮つめ法」により調製したゴマ豆腐のテクスチャーに影響する本葛澱粉とゴマの配合割合について、圧縮法を用いてテクスチャー測定と官能検査により検討した。さらに、テクスチャー測定値と官能検査について相関性を検討した。

1) 硬さ、付着性及びガム性は、本葛澱粉やゴマの添加量の増加に伴い増加した。凝集性は、本葛澱粉の添加量の増加に伴い増大するが、ゴマの添加量の増加に伴い減少した。

2) 官能検査の結果から、硬さは本葛澱粉、ゴマの添加量の増加にともなって硬くなった。口ざわりの順位は、本葛澱粉が30g、ゴマ40gの試料が最も高く、本葛澱粉の濃度が低い方が喉ごしがよいとして評価された。弾力はゴマの添加量の増加に従って減少した。嗜好の総合評価はゴマ40～60gの間で高い評点を示した。以上の結果から、本葛澱粉1の場合、ゴマの添加量1～2倍、加水量10～11倍の割合が適度な軟らかさ、口ざわり、弾力性があり、最も好まれた。

3) テクスチャーの硬さと官能検査の硬さ(評点)の関係には、高い相関性が認められ、本葛澱粉添加量の影響では( $r=0.94$ ,  $p<0.001$ )であり、ゴマの添加量の影響では( $r=0.92$ ,  $p<0.001$ )であった。付着性と官能検査の粘りについては、本葛澱粉量の影響において、負の相関性( $r=-0.55$ ,  $p<0.01$ )を示した。また、テクスチャー測定の硬さと官能検査の口ざわりでは、高い負の相関( $r=-0.96$ ,  $p<0.001$ )が得られた。一方、ゴマの添加量の影響では凝集性と硬さ(評点)に負の高い相関( $r=-0.91$ ,  $p<0.001$ )が得られた。

最後に走査型電子顕微鏡写真は香川大研修の折、平成2(1990)年に撮影させていただいたものです。ご協力いただいた香川大学教授三木英三先生に改めてお礼申し上げます。

## 引 用 文 献

- 1) 佐藤恵美子・三木英三・合谷祥一・山野善正：食科工, **42**, 737 (1995).
  - 2) 佐藤恵美子・三木英三・合谷祥一・山野善正：食科工, **42**, 871 (1995).
  - 3) 佐藤恵美子・井藤龍平・山野善正：ゴマ豆腐のテクスチャーに及ぼす調製条件の影響, 食科工 46巻6号掲載予定
  - 4) 市原清志：バイオサイエンスの統計学, 南江堂, 東京, p. 284 (1991).
  - 5) 戸田 準：日食工誌, **41**, 218 (1994).
  - 6) 吉川誠次・佐藤 信：食品の品質測定, 光琳書院, 東京, p. 64 (1961).
  - 7) 勝田啓子・高橋洋子・佐藤恵美子：家政誌, **46**, 423 (1995).
  - 8) 中濱信子・山本誠子・茂木美智子：家政誌, **22**, 302 (1971).
  - 9) 斎藤昭三：澱粉科学, **27**, 295 (1980).
  - 10) IMAI, E., HATAE, K. and SHIMADA A.: *J. Home Econ. Jpn.*, **46**, 1151 (1995).
  - 11) HALMOS A.L.: Relationship between instrumental texture measurements and sensory attributes, Joint meeting with 4th International Conference on Hydrocolloids, Abstracts p.83 (1998).
  - 12) 赤羽ひろ：臨床栄養, **79**, 35 (1991).
- (平成10年8月26日受付, 平成11年1月14日受理)